

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 11 月 11 日 (11.11.2004)

PCT

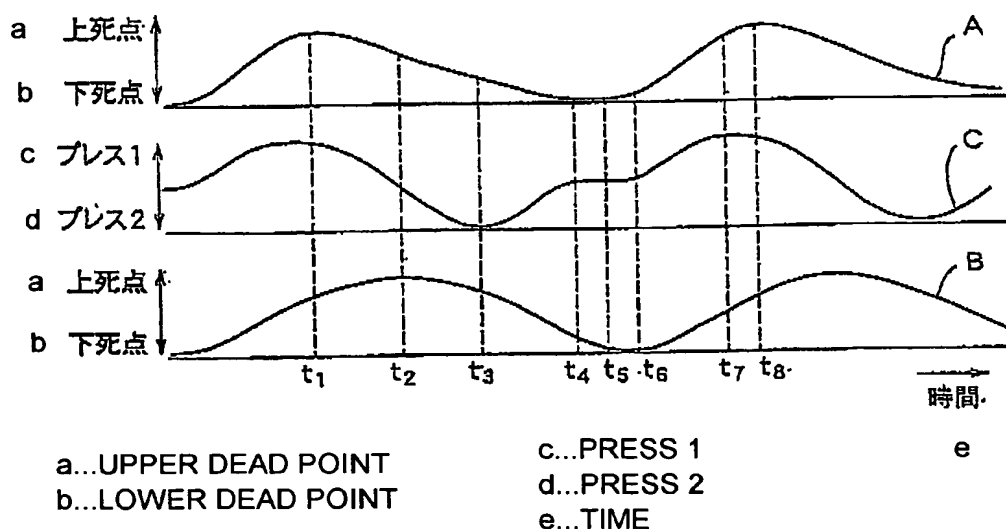
(10) 国際公開番号  
WO 2004/096533 A1

- (51) 国際特許分類: B30B 15/00  
小松市八日市町地方 5 株式会社小松製作所 小松工場内 Ishikawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/006277
- (22) 国際出願日: 2004 年 4 月 30 日 (30.04.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2003-126504 2003 年 5 月 1 日 (01.05.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.) [JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂 2 丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高山 幸良 (TAKAYAMA, Yuki Yoshi) [JP/JP]; 〒9238666 石川県
- (74) 代理人: 木村 高久, 外 (KIMURA, Takahisa et al.); 〒1040043 東京都中央区湊 1 丁目 8 番 1 号 千代ビル 6 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: TANDEM PRESS LINE, OPERATION CONTROL METHOD FOR TANDEM PRESS LINE, AND WORK TRANSPORTATION DEVICE FOR TANDEM PRESS LINE

(54) 発明の名称: タンデムプレスライン、タンデムプレスラインの運転制御方法及びタンデムプレスラインのワーク搬送装置



(57) Abstract: Rotating speed of a main motor (61) of a second press (3) is regulated so that an angular difference between a press angle of a first press (2) and a press angle of a second press (3) is constant. Further, when work is unloaded from the first press (2), a work transportation device (10) is controlled based on a press angle of the first press (2). When the work is loaded in the second press (3), the work transportation device (10) is controlled based on a press angle of the second press (3). Further, when the work is transported, the work transportation device (10) is controlled based on a signal from a transportation device control portion (31) for controlling the work transportation device. The arrangement above improves production efficiency in press forming and reduces maintenance cost and frequency.

[続葉有]



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 第1プレス2のプレス角度と、第2プレス3のプレス角度の角度差が一定となるように、第2プレス3のメインモータ61の回転速度が制御される。また、第1プレス2からのワークの搬出の際には、第1プレス2プレス角度に基づきワーク搬送装置10が制御される。第2プレス3へのワークの搬入の際には、第2プレス3のプレス角度に基づきワーク搬送装置10が制御される。更に、ワークの搬送の際には、ワーク搬送装置を制御する搬送装置制御部31からの信号に基づきワーク搬送装置10が制御される。こうすることでプレス成形の生産効率を向上させると共に、メンテナンスコストおよびメンテナンス頻度を低減させる。

## 明 細 書

タンデムプレスライン、タンデムプレスラインの運転制御方法及びタンデムプレスラインのワーク搬送装置

## 技術分野

本発明は、ワークを成形するプレス装置と、二つのプレス装置間でワークを搬出し、搬送し、搬入するワーク搬送装置と、を備え、複数のプレス装置を配列すると共に、互いに隣接するプレス装置間にワーク搬送装置を配置したタンデムプレスラインの運転制御方法及びタンデムプレスラインに関する。またタンデムプレスラインのワーク搬送装置に関する。

## 背景技術

一つのワークに対する絞り、曲げ、穴あけ、縁取りなどの複数の成形を効率的に行うプレスの形態として、例えば、タンデムプレスラインが知られている。タンデムプレスラインには一列に配置された複数のプレス装置（以下、「プレス」という）が設けられており、ワークは上流側プレスから下流側プレスに搬送され、各プレスで順次プレス成形される。ワークの搬送は人手を介する場合やワーク搬送装置を介する場合等がある。各プレスにはメインモータがそれぞれ設けられており、駆動機構を介してメインモータの回転動作がスライドの昇降動作（往復動作）に変換される。各メインモータの制御は其々独立して行われるため、各プレスのスライドの昇降動作は個々に独立して行われる。以下、プレスおよびワーク搬送装置に関して其々説明する。

〔プレスに関して〕

図 1 1 は駆動機構の模式図であり、ここではその一例としてクランクプレスの駆動機構を示している。メインモータ 5 1 の回転軸にはモータプーリー 5 2 が設けられており、モータプーリー 5 2 とフライホイール 5 4 はベルト 5 3 を介して連結されている。フライホイール 5 4 とクラッチ 5 5 の第 1 係合部材は連結され、クラッチ 5 5 の第 2 係合部材にはドライブシャフト 5 6 が連結されている。更に

ドライブシャフト 56 にはブレーキ 57 が設けられている。ドライブシャフト 56 の一部とメインギヤ 58 は噛合されており、メインギヤ 58 はクランクシャフト 59 の一部に固着されている。クランクシャフト 59 のクランク部分にはコンロッド 45 を介してスライド 16 が吊設されている。

この駆動機構によれば、メインモータ 51 によってフライホイール 54 が回転され、フライホイール 54 の回転エネルギーがクラッチ 55 およびメインギヤ 58 を介してクランクシャフト 59 に伝達される。そしてクランクシャフト 59 が回転され、その回転動作がスライド 16 の昇降動作に変換される。また、クラッチ 55 の係合と解放およびブレーキ 57 の解放と制動とをそれぞれ切り換えることによって、スライド 16 の動作と停止とが切り換えられる。なお、駆動機構には更に複数段のギヤが組み合わせた変速機構が設けられる場合もある。

各プレスにおけるスライド昇降動作は次のように制御される。スライド 16 が上死点に到達すると、クラッチ 55 の解放とブレーキ 57 の制動によってスライド 16 が上死点で停止する。プレスの加工ステーションから成形後のワークが搬出され、更にプレスの加工ステーションへ成形前のワークが搬入されると、クラッチ 55 の係合とブレーキ 57 の解放によってスライド 16 が上死点から下降する。スライド 16 が下死点を通過し上死点に到達すると、クラッチ 55 の解放とブレーキ 57 の制動によってスライド 16 は再び上死点で停止する。このように各プレスはクラッチ 55 の係合と解放およびブレーキ 57 の解放と制動が繰り返され、断続運転される。

タンデムプレスラインによれば、プレスの組合せや順序を用途に応じて設定できる。また、ライン上の一部プレスによるプレス成形を要しない場合は、そのプレスを停止させたり、そのプレスを他のワークのプレス成形のために使用したりすることができる。こうしたことから、タンデムプレスラインは様々なプレス成形の態様に適用させることができ、自由度が高いといえる。

タンデムプレスラインに対し、一列に配置された複数の加工ステーションを有する形態としてトランスファプレスがある。トランスファプレスは、一つのスライドに複数の加工ステーションを有し、一つのメインモータで各スライドを昇降動作させている。このため、各プレスのスライド昇降動作は同期する。したがっ

て、生産効率は高いが、プレス加工の態様が一定であるため自由度は低い。

〔ワーク搬送装置に関して〕

互いに隣接するプレス間におけるワーク搬送方法としては、ロボット方式またはローダ・アンローダ方式が知られている。ここで、ロボット方式とは、隣接するプレス間に多関節型のハンドリングロボットを設置し、このハンドリングロボットにより前工程のプレスからワークを搬出するとともに、このワークを次工程のプレスに搬入するようにしたものである。これに対してローダ・アンローダ方式とは、プレス本体の上流側側面と下流側側面とにそれぞれリンク構造のローダおよびアンローダをそれぞれ設けるとともに、上流側のアンローダと下流側のローダとの間にシャトル台車を設け、プレス本体に対するワークの搬出および搬入をそれぞれアンローダおよびローダで行い、次工程へのワークの搬送をシャトル台車にて行うようにしたものである。

しかし、これら従来方式においては、上流側および下流側の各プレスのそれぞれの断続的な動きに追従させてワークを搬送する必要があることから、ワークのハンドリング速度を高速化できず、生産速度の向上に限界があるという問題点がある。さらに、ロボット方式の場合には、搬送軌跡をティーチングするのにそのティーチングが困難で、かつ長時間を要するという問題点があり、ローダ・アンローダ方式の場合には、シャトル台車を隣接するプレス間に設置する必要があることから、装置が大掛かりになって大きな設置スペースが必要になるという問題点がある。

これらの問題点を解消するために、本出願人は、ワーク搬送軌跡のティーチングが短時間で容易にでき、しかもワーク搬送速度を高速化できるタンデムプレスラインのワーク搬送方法およびワーク搬送装置を先願発明として既に提案している（特願 2001-400849 号）。この先願発明のワーク搬送装置は、ワーク搬送方向と平行に上下動自在なリフトビームを設けるとともに、このリフトビームの長手方向に沿って移動自在なキャリアおよびサブキャリアを設け、左右一対のサブキャリア間にワーク保持手段を有するクロスバーを設けた構成を備えたものとされている。

タンデムプレスラインの生産効率を向上させる最も有効的な手段は、各プレスを連続運転させ、更にワーク搬送装置をプレスに追従させて運転することである。しかしこのような運転を行うには次のような障害がある。

例えば、複数のプレスの各スライドを同時に同速度で上死点から下降させてプレス成形を行うものと仮定する。この場合、各スライドが1ストロークの動作をして上死点に戻るタイミングが同じであれば問題はないが、実際はそのタイミングはずれる。これは各プレスのスローダウンが異なるため、プレス動作の周期が異なることに起因する。

スローダウンとはフライホイールの回転数が一時的に低下する現象のことをいい、プレス成形の荷重等により避けられない現象である。様々な要素、例えばプレス成形に要するエネルギーやメインモータ容量やフライホイールの大きさ等、に応じてスローダウンは決定されるが、これらの要素が各プレス間で異なるため、各プレスのスローダウンは異なる。

図12はスライド位置を時間経過と共に示す図であり、隣接するプレスを連続運転した場合の各プレスのスライド位置を示している。図12の波形A、Bで示すように、隣接するプレス間のスライド動作に所定位相差 $T_1$ が設定され運転が開始されたとしても、上述したスローダウンの影響によって、運転と共に位相差が徐々に変化し、例えば波形A、B'のようになる。最初のうちは位相差の変化量が小さいため、上流側プレスからのワークの搬出と下流側プレスへのワークの搬入とを連続的に行うことができる。しかし、時間の経過と共に位相差の変化量は大きくなっていく。この変化量がある程度大きくなると、上流側プレスからのワークの搬出と下流側プレスへのワークの搬入のタイミングがとれなくなり、結局はラインを途中で停止させなければならなくなる。

このような障害があつて、従来のタンデムプレスラインでは、ワークの搬入と搬出を安全且つ確実に行うために断続運転を行わざるをえなかった。このため、生産効率の向上は望めなかった。

加えて、断続運転ではクラッチの係合、解放とブレーキによる制動が必要になる。クラッチの係合、解放とブレーキによる制動は大きな騒音が伴う上、クラッチやブレーキに設けられたフェーシングの摩耗を招来する。フェーシングの摩耗

が激しいとフェーシングの寿命が短縮され、フェーシングの交換作業が必要になる。したがって、メンテナンスコストが上昇する。

なおかつ、先願発明（特願 2001-400849 号）は、タンデムプレスラインにおけるワーク搬送速度の高速化を図るためのワーク搬送装置のハード構成のみについて提案されたものであるために、独立して運転される 2 台のプレス間での中間搬送に際して、各プレスに追従させて効率的にワークを搬送するための制御技術については検討の余地があった。

本発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、プレス成形の生産効率を向上させると共に、メンテナンスコストおよびメンテナンス頻度を低減させることを解決課題とするものである。

#### 発明の開示

そこで、第 1 発明は、

複数のプレス装置を配列し、隣接する上流側プレス装置と下流側プレス装置との間にワーク搬送装置を配置したタンデムプレスラインの運転制御方法において、

前記上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記下流側プレス装置の動作を制御し、

前記上流側プレス装置近傍のワーク搬出区間では、前記上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御し、前記下流側プレス装置近傍のワーク搬入区間では、前記下流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御し、前記上流側プレス装置と前記下流側プレス装置の間のワーク搬送区間では、前記ワーク搬送装置独自の信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御すること

を特徴とする。

第 1 発明によれば、第 1 プレス（上流側プレス装置）2 に設けられたエンコーダ 91 で検出されたプレス角度（上流側プレス装置の動作に応じた信号）と、第 2 プレス（下流側プレス装置）3 に設けられたエンコーダ 92 で検出されたプレス角度（下流側プレス装置の動作に応じた信号）の角度差が一定となるように、

第2プレス3のメインモータ61の回転速度が制御される。角度差が変化した場合は、第2プレス3のメインモータ61の回転速度が角度差に応じた分だけ変化される。すると、第2プレス3のスライド16の動作が変化する。こうして、第1プレス2のスライド16の動作と、第2プレス3のスライド16の動作との位相差は一定に保たれる。

また、第1プレス2からワークの搬出が行われる所定のプレス角度範囲においては、第1プレス2に設けられたエンコーダ91で検出されたプレス角度に基づき第1プレス2に同期させるようにワーク搬送装置10が制御される。第2プレス3へワークの搬入が行われる所定のプレス角度範囲においては、第2プレス3に設けられたエンコーダ92で検出されたプレス角度に基づき第2プレス3に同期させるようにワーク搬送装置10が制御される。更に、ワークの搬入開始前もしくは搬出終了後の所定のプレス角度範囲を除く角度範囲では、ワーク搬送装置を制御するための信号を発生する搬送装置制御部31からの信号に基づきワーク搬送装置10が制御される。こうして、ワーク搬送装置はその追従対象を切り換えながらその動作が制御されるので、ワークの搬入・搬出時に追従対象であるプレスのスライド動作にワーク搬送装置の動作を同期させることができる。

第1発明によれば、上流側プレスのスライド動作に合わせて下流側プレスのスライド動作がリアルタイムで補正され、また隣接するプレスのスライド動作に合わせてワーク搬送装置によるワークの搬出・搬送・搬入動作が行われるため、各タンデムプレスラインを連続運転させることができ、生産効率を大幅に向上させることができる。連続運転が行えるようになると、断続運転で必要とされていたクラッチの係合と解放およびブレーキによる制動、を行う必要がなくなるため、クラッチおよびブレーキに設けられたフェーシングの摩耗を低減できる。したがってメンテナンスコストおよびメンテナンス頻度を低減させることができる。また断続運転を行う必要がなくなるため、クラッチの係合と解放およびブレーキによる制動に起因する騒音を無くすことができる。

また、第2発明は、第1発明において、

互いに隣接するプレス装置のスライド位置を示す指標値を、互いに対応させて予め記憶しておく、



各プレス装置毎にスライド位置を示す指標値を検出し、検出した前記上流側プレス装置の指標値に基づいて対応する前記下流側プレス装置の指標値を求め、検出した前記下流側プレス装置の指標値と求めた前記下流側プレス装置の指標値とを一致させるように前記下流側プレス装置の動作を制御すること  
を特徴とする。

第2発明によれば、第1プレス（上流側プレス装置）2のスライド16aの変位特性と、第2プレス（下流側プレス装置）3のスライド16bの変位特性と、が予め記憶される。なお、二つの変位特性の間には一定の位相差が設けられ、スライド16aの位置にスライド16bの位置が対応するように記憶される。

そして、第1プレス2に設けられた位置センサ95で検出されたスライド16aの位置に基づき、対応するスライド16bの位置が求められる。この求めたスライド16bの位置と、第2プレス3に設けられた位置センサ96で検出されたスライド16bの位置とが一致するように、第2プレス3のメインモータ61の回転速度が制御される。すると、第2プレス3のスライド16の動作が変化する。こうして、第1プレス2のスライド16の動作と、第2プレス3のスライド16の動作との位相差は一定に保たれる。

ワーク搬送装置10の制御は、第1発明と同様である。

第2発明によれば、第1発明と同様の効果が得られる。また、第2発明はプレス角度を検出しないプレスにも適用できる。

また、第3発明は、第1発明において、  
各プレス装置を連続動作すること  
を特徴とする。

また、第4発明は、第1発明において、  
前記下流側プレス装置の動作を制御する際に、前記下流側プレス装置に備えられたモータの速度を制御すること  
を特徴とする。

また第5発明は、第1発明において、  
前記ワーク搬送装置の動作を制御する際に、ワーク搬出区間とワーク搬送区間との境界で、前記上流側プレス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送装置独

自の信号との差を小さくし、ワーク搬入区間とワーク搬送区間との境界で、前記下流側プレス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送装置独自の信号との差を小さくするように前記ワーク搬送装置の動作を制御することを特徴とする。

第5発明によれば、上流側プレス装置及び下流側プレス装置の動作にワーク搬送装置の動作を同期させる際に、ワーク搬送装置の動作をより円滑に制御することができ効率的なプレス加工を実現することができる。

第6発明は、

複数のプレス装置を配列し、隣接する上流側プレス装置と下流側プレス装置との間にワーク搬送装置を配置したタンデムプレスラインにおいて、

前記上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記下流側プレス装置の動作を制御するプレス制御部と、

前記上流側プレス装置近傍のワーク搬出区間では、前記上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御し、前記下流側プレス装置近傍のワーク搬入区間では、前記下流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御し、前記上流側プレス装置と前記下流側プレス装置の間のワーク搬送区間では、前記ワーク搬送装置独自の信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御するワーク搬送制御部と、を備えたことを特徴とする。

また、第7発明は、第6発明において、

互いに隣接するプレス装置のスライド位置を示す指標値を、互いに対応させて予め記憶する記憶部を備え、

前記プレス制御部は、各プレス装置毎にスライド位置を示す指標値を検出し、検出した前記上流側プレス装置の指標値に基づいて対応する前記下流側プレス装置の指標値を求め、検出した前記下流側プレス装置の指標値と求めた前記下流側プレス装置の指標値とを一致させるように前記下流側プレス装置の動作を制御すること

を特徴とする。

また、第8発明は、第6発明において、

各プレス装置を連続動作すること  
を特徴とする。

また、第 9 発明は、第 6 発明において、  
前記プレス制御部は、前記下流側プレス装置に備えられたモータの速度を制御  
すること  
を特徴とする。

また、第 10 発明は、第 6 発明において、  
前記ワーク搬送制御部は、ワーク搬出区間とワーク搬送区間との境界で、前記  
上流側プレス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送装置独自の信号との差を  
小さくし、ワーク搬入区間とワーク搬送区間との境界で、前記下流側プレス装置  
の動作に応じた信号と前記ワーク搬送装置独自の信号との差を小さくするように  
前記ワーク搬送装置の動作を制御すること  
を特徴とする。

第 6 ～第 10 発明は第 1 ～第 5 発明の方法の発明を、物の発明に置換したもの  
である。

第 11 発明は、  
複数のプレス装置のうちの隣接する上流側プレス装置と下流側プレス装置との  
間に配置されるワーク搬送部と、前記ワーク搬送部の動作を制御する制御部と、  
を備えたタンデムプレスラインのワーク搬送装置において、

前記制御部は、前記上流側プレス装置近傍のワーク搬出区間では、前記上流側  
プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送部の動作を制御し、下  
流側プレス装置近傍のワーク搬入区間では、下流側プレス装置の動作に応じた信  
号に基づいて前記ワーク搬送部の動作を制御し、上流側プレス装置と下流側プレ  
ス装置の間のワーク搬送区間では、前記ワーク搬送部独自の信号に基づいて前記  
ワーク搬送部の動作を制御すること  
を特徴とする。

また、第 12 発明は、第 11 発明において、  
前記制御部は、ワーク搬出区間とワーク搬送区間との境界で、前記上流側プレ  
ス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送部独自の信号との差を小さくし、ワ

ーク搬入区間とワーク搬送区間との境界で、前記下流側プレス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送部独自の信号との差を小さくするように前記ワーク搬送部の動作を制御すること

を特徴とする。

第 1 1、第 1 2 発明は第 6、第 7 発明のうちのワーク搬送装置のみに関するものである。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は本実施形態に係るタンデムプレスラインの正面図である。

図 2 は本実施形態に係るタンデムプレスラインの側面図である。

図 3 はワーク搬送装置の正面図である。

図 4 は図 3 の A-A 断面図である。

図 5 は第 1 のプレス制御に係る制御システム構成図である。

図 6 はスライド位置を時間経過と共に示す図である。

図 7 は第 2 のプレス制御に係る制御システム構成図である。

図 8 はワーク搬送装置の制御に係る制御システム構成図である。

図 9 はフィーダモーションを示す図である。

図 1 0 は隣接するプレスのスライド位置とワーク搬送装置の位置を時間経過と共に示す図である。

図 1 1 は駆動機構の模式図である。

図 1 2 はスライド位置を時間経過と共に示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

図 1 は本実施形態に係るタンデムプレスラインの正面図である。図 2 は本実施形態に係るタンデムプレスラインの側面図である。図 3 はワーク搬送装置の正面図である。図 4 は図 3 の A-A 断面図である。

本実施形態のタンデムプレスライン 1 は、相互に所定間隔を有して上流側（図面の左側）から下流側（図面の右側）へ向けて直列に配置される第 1 ～第 4 プレ

ス 2、3、4、5 と、最上流側の第 1 プレス 2 の上流側に配される材料搬入装置 6 と、最下流側の第 4 プレス 5 の下流側に配される製品搬出装置 7 と、材料搬入装置 6 上のワーク 8 を第 1 プレス 2 の加工ステーションに搬送・搬入するワーク搬送装置 9 と、互いに隣接するプレス 2、3、4、5 の各加工ステーション間でワーク 8 の搬出・搬送・搬入を行うワーク搬送装置 10、11、12 と、第 4 プレス 5 の加工ステーションから製品搬出装置 7 上へワーク 8 を搬出・搬送するワーク搬送装置 13 を備えて構成されている。

各プレス 2、3、4、5 は、本体フレームとしてのアプライト 14 と、このアプライト 14 の上方に配されて駆動機構が内蔵される上部フレーム 15 と、アプライト 14 に昇降動自在に支承され、駆動機構を介して昇降動作されるスライド 16 と、このスライド 16 に対向配置されてベッド 17 上に設けられるボルスタ 18 とを備え、スライド 16 の下端に装着される上金型と、ボルスタ 18 の上端に装着される下金型とによってワーク 8 に加工がなされるように構成されている。

ここで、ワーク搬送装置 9～13 の詳細構造等について説明する。なお、これら各ワーク搬送装置 9～13 の基本構成は略同様であるので、以下、代表例として、プレス 2、3 間に配されるワーク搬送装置 10 の構成等を中心に説明することとする。

図 2、図 4 に示されるように、ワーク搬送装置 10 は、ワーク搬送方向の両側（図面の左右）に互いに離間して平行に配される一対のリフトビーム 19、19 を備えている。このリフトビーム 19 の上部には、アプライト 14 に沿うように上方へ向けて延設されるロッド 20 が取着されている。一方、アプライト 14 の上部には支持部材 21 を介してリフト軸サーボモータ 22 が装着され、このサーボモータ 22 の出力軸に取り付けられるピニオンがロッド 20 に刻設されるラックに噛合することで、サーボモータ 22 の正逆回転によってリフトビーム 19 が昇降動されるようになっている。ここで、リフト軸サーボモータ 22 は、後述する搬送装置制御部 31 からの制御信号により予め設定されたフィーダモーションに基づき制御される。

左右の各リフトビーム 19 には、そのリフトビーム 19 を下方から抱持するよ

うに断面略U字形状のキャリア（メインキャリア）23が配され、このキャリア23がリフトビーム19の長手方向に沿って移動できるようにされている。そして、図4に示されるように、リフトビーム19の両外側面とそれに対向するキャリア23の内側面との間には、キャリア23をリフトビーム19に沿って移動させる移動手段としての一对のリニアモータ24が配されている。また、リフトビーム19の上部両外側面とそれに対向するキャリア23の内側面との間および、リフトビーム19の下面とそれに対向するキャリア23の底面との間にはそれぞれリニアガイド25が配され、これら3点支持のリニアガイド25によってリフトビーム19に対するキャリア23の移動動作が案内されるように構成されている。ここで、リニアモータ24は、リフトビーム19の両側面に搬送方向（長手方向）に沿って配されるマグネット24aと、このマグネット24aに対向するキャリア23の内側面に搬送方向（長手方向）に沿って配されるコイル24bとより構成され、このコイル24bを有するアーマチャ（キャリア23）が、マグネット24aを有するステータ（リフトビーム19）上に作られる磁場の変化によって直線的に移動するようにされている。

さらに、キャリア23の下部には、所要長さのベースプレート23aがワーク搬送方向に沿うように延設され、このベースプレート23aに沿ってサブキャリア26が移動できるようにされている。このサブキャリア26の移動手段は、ベースプレート23aの下面に搬送方向に沿って配されるマグネット27aと、このマグネット27aに対向するサブキャリア26の上面に配されるコイル27bとよりなるリニアモータ27により構成されている。また、ベースプレート23aの両側下面とそれに対向するサブキャリア26の上面との間にはそれぞれリニアガイド28が配され、これらリニアガイド28によってキャリア23に対するサブキャリア26の移動動作が案内されるように構成されている。そして、互いに対向する一对のサブキャリア26、26間はクロスバー29により連結され、このクロスバー29の下面に複数個のバキュームカップ30が装着されて、これらバキュームカップ30によってワーク8が吸着されるようになっている。ここで、リニアモータ24、27は、後述する搬送装置制御部31からの制御信号により予め設定されたフィードモーションに基づき制御され、これによって、リフ

トビーム 19 に対するキャリア 23 の搬送方向に沿う移動動作およびキャリア 23 に対するサブキャリア 26 の搬送方向に沿う移動動作が制御される。

このように構成されているワーク搬送装置 10 においては、リフト軸サーボモータ 22 の駆動によってリフトビーム 19 を昇降動させることで、キャリア 23、サブキャリア 26 およびクロスバー 29 を介してバキュームカップ 30 を昇降動させることができる。また、リニアモータ 24 の駆動によってキャリア 23 をリフトビーム 19 の長手方向に沿って移動させ、リニアモータ 27 の駆動によってサブキャリア 26 をキャリア 23 の移動方向にオフセットさせることで、クロスバー 29 およびバキュームカップ 30 をワーク搬送方向に移動させることができる。こうして、上下方向および／または搬送方向の 2 つの直交する駆動軸位置を制御することにより、バキュームカップ 30 の移動軌跡、言い換えればワーク 8 の搬送軌跡を制御することができる。

次に第 1 ～ 第 4 プレス 2 ～ 5 の制御およびワーク搬送装置 9 ～ 13 の制御に関して其々説明する。

#### [1. プレスの制御]

本実施形態によれば、プレス制御に関しては二つの方法による制御態様が考えられる。以下で第 1 のプレス制御、第 2 のプレス制御として其々説明する。

##### [1-1. 第 1 のプレス制御]

図 5 は第 1 のプレス制御に係る制御システム構成図である。

第 1 プレス 2 の上部フレーム 15 には駆動機構が内蔵されており、その構造は図 11 に示す駆動機構と同一であるとする。なお、図 5 では図 11 に示す駆動機構を更に簡略化して示している。図 11 を用いて説明したように、駆動機構にはフライホイール 54 とクラッチ 55 とブレーキ 57 とメインギヤ 58 とクランクシャフト 59 とが設けられる。また、上部フレーム 15 にはエンコーダ 91 が設けられている。エンコーダ 91 はプレス角度（クランク角度）としてメインギヤ 58 の角度  $\theta_1$  を検出すると共に、スライド制御部 40 に検出角度  $\theta_1$  を出力する。ドライバ 50 はスライド制御部 40 から出力されるメインギヤ角速度指令  $I_g$  に応じてメインモータ 51 の回転速度を制御する。メインモータ 51 はフライホイール 54 を回転させる。プレス 3 ～ 5 の駆動機構、モータ、ドライバ、エン

コーダ等の構成は第1プレス2と同一である。

ライン統括制御部400はタンデムプレスライン1を統括して制御しており、ワーク搬送とプレス成形とが連動して行われるように、後述する搬送装置制御部31に速度指令を出力すると共に、プレス側のスライド制御部40にメインギヤ角速度指令 $I_g$ を出力する。

スライド制御部40には、第1プレス制御部41と第2プレス制御部42と第3プレス制御部43と第4プレス制御部44とが設けられている。スライド制御部40は立上時間が最も長いプレスに対応するドライバにメインギヤ角速度指令 $I_g$ を出力する。また、スライド制御部40は第1プレス制御部41で生成された補正信号 $S_1$ を用いてメインギヤ角速度指令 $I_g$ を補正し、第1プレス2のドライバ50に補正後のメインギヤ角速度指令 $I_{g1}$ を出力する。また、スライド制御部40は第2プレス制御部42で生成された補正信号 $S_2$ を用いてメインギヤ角速度指令 $I_g$ を補正し、第2プレス3のドライバ60に補正後のメインギヤ角速度指令 $I_{g2}$ を出力する。また、スライド制御部40は第3プレス制御部43で生成された補正信号 $S_3$ を用いてメインギヤ角速度指令 $I_g$ を補正し、第3プレス4のドライバ70に補正後のメインギヤ角速度指令 $I_{g3}$ を出力する。また、スライド制御部40は、第4プレス制御部44で生成された補正信号 $S_4$ を用いてメインギヤ角速度指令 $I_g$ を補正し、第4プレス5のドライバ80に補正後のメインギヤ角速度指令 $I_{g4}$ を出力する。

第1プレス制御部41は第1プレス2のエンコーダ91の検出角度 $\theta_1$ を入力し、メインギヤ58のメインギヤ角速度を補正すべくメインギヤ補正信号 $S_1$ を生成する。

第2プレス制御部42は第1プレス2のエンコーダ91の検出角度 $\theta_1$ と第2プレス3のエンコーダ92の検出角度 $\theta_2$ とを入力し、二つの検出角度の差 $\theta_{1-2}$ に応じた補正信号 $S_2$ を生成する。

第3プレス制御部43は第2プレス3のエンコーダ92の検出角度 $\theta_2$ と第3プレス4のエンコーダ93の検出角度 $\theta_3$ とを入力し、二つの検出角度の差 $\theta_{2-3}$ に応じた補正信号 $S_3$ を生成する。

第4プレス制御部44は第3プレス4のエンコーダ93の検出角度 $\theta_3$ と第4



プレス 5 のエンコーダ 9 4 の検出角度  $\theta_4$  とを入力し、二つの検出角度の差  $\theta_{3-4}$  に応じた補正信号  $S_4$  を生成する。

次に、本実施形態における第 2 プレス 3 （第 3 プレス 4、第 4 プレス 5 についても同様）の制御態様について説明する。

図 6 はスライド位置を時間経過と共に示す図であり、隣接する第 1 プレス 2 と第 2 プレス 3 を連続運転した場合のスライド位置の変位を示している。波形 A は第 1 プレス 2 のスライド位置の周期的変化を示しており、波形 B は第 2 プレス 3 のスライド位置の周期的変化を示している。波形 A、B の上端はスライドの上死点であり、下端はスライドの下死点である。以下、図 5、図 6 を用いて説明する。

最初に、第 1 プレス 2 のスライド 1 6 a と第 2 プレス 3 のスライド 1 6 b は所定の位置関係に保たれているとする。つまり、図 6 に示すように、波形 A、B は所定位相差  $T_1$  に保たれている。

しかし、例えばスローダウンの相違によって第 1 プレス 2 のクランク角度と第 2 プレス 3 のクランク角度の角度差が変化したとすると、スライド位置の周期的変化にずれが生じる。例えば、角度差が大きくなった場合を図 6 を用いて説明すると、波形 A に対して波形 B が時間軸正方向にずれ、第 1 プレス 2 のスライド位置の周期的変化と第 2 プレス 3 のスライド位置の周期的変化は波形 A、B' の関係になり、その位相差は  $T_2$  となる。

図 5 に示すように、第 1 プレス 2 のエンコーダ 9 1 ではクランク角度  $\theta_1$  （メインギヤ 5 8 の角度）が検出され、検出されたクランク角度  $\theta_1$  は第 1 プレス制御部 4 1 及び第 2 プレス制御部 4 2 に出力される。また、第 2 プレス 3 のエンコーダ 9 2 ではクランク角度  $\theta_2$  （メインギヤ 6 8 の角度）が検出され、検出されたクランク角度  $\theta_2$  は第 2 プレス制御部 4 2 及び第 3 プレス制御部 4 3 に出力される。第 2 プレス制御部 4 2 では角度差  $\theta_{1-2}$  ( $= \theta_1 - \theta_2$ ) が演算され、角度差  $\theta_{1-2}$  に応じた補正信号  $S_2$  が生成される。

スライド制御部 4 0 では、この補正信号  $S_2$  に基づきメインギヤ角速度指令  $I_g$  が補正される。そして、第 1 プレス 2 のクランク角度と第 2 プレス 3 のクランク角度を一定の角度差にすべく補正後のメインギヤ角速度指令  $I_{g2}$  が生成され、ドライバ 6 0 に出力される。ドライバ 6 0 はメインギヤ角速度指令  $I_{g2}$  に従い

メインモータ 6 1 を回転させる。なお、第 2 プレスのスライド動作が速い場合はメインモータ 6 1 は減速され、第 2 プレスのスライド動作が遅い場合はメインモータ 6 1 は加速される。

すると図 6 に示すように、波形 A に対して波形 B' が時間軸負方向に戻り、第 1 プレス 2 のスライド位置の周期的変化と第 2 プレス 3 のスライド位置の周期的変化は波形 A、B の関係になり、その位相差は  $T_1$  に戻る。

エンコーダ 9 1、9 2 では常にクランク角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  が検出されており、第 2 プレス制御部 4 2 では常に角度差  $\theta_{1-2}$  が演算されている。よって、角度差  $\theta_{1-2}$  に変化が生じるに応じて補正信号 S 2 が生成され、第 2 プレス 3 のスライド動作はリアルタイムで補正される。したがって、実際は第 1 プレス 2 のスライド位置の周期的変化と第 2 プレスのスライド位置の周期的変化は波形 A、B の状態が保たれ、所定位相差  $T_1$  が保たれる。

第 2 プレス 3 と第 3 プレス 4 との間においても同様の制御が行われ、また、第 3 プレス 4 と第 4 プレス 5 との間においても同様の制御が行われる。

第 1 のプレス制御はメインギヤを用いたプレス、例えば機械式プレスに対して適用されるが、メインギヤを備えないプレス、例えば電動サーボ式プレスに対しても、仮想のプレス角度を用いることによって適用することができる。

#### [1-2. 第 2 のプレス制御]

図 7 は第 2 のプレス制御に係る制御システム構成図である。なお、図 5 に示す制御システム構成図と同一要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

第 1 プレス 2 にはリニアスケール等の位置センサ 9 5 が設けられている。位置センサ 9 5 はスライド動作方向におけるスライド 1 6 a の位置を検出すると共に、スライド制御部 4 0 に検出位置 P 1 を出力する。プレス 3 ~ 5 にもスライド 1 6 b ~ 1 6 d の位置を検出する位置センサ 9 6、9 7、9 8 が設けられている。

スライド制御部 4 0 には、第 1 プレス制御部 4 6 と第 2 プレス制御部 4 7 と第 3 プレス制御部 4 8 と第 4 プレス制御部 4 9 とが設けられている。

第 2 プレス制御部 4 7 には、図 6 に示すような第 1 プレス 2 のスライド 1 6 a の変位特性（波形 A）と第 2 プレス 3 のスライド 1 6 b の変位特性（波形 B）とが記憶されており、更に二つの変位特性の間には所定位相差  $T_1$  が設けられ、ス

ライド16aの位置にライド16bの位置が対応するようにして記憶される。この位置関係が保たれれば、二つのライド16a、16bは所定位相差T1を保って連続動作可能になる。第2プレス制御部47は、第1プレス2の位置センサ95の検出位置P1と第2プレス3の位置センサ96の検出位置P2とを入力し、ライド16aの検出位置P1に対応するライド16bの対応位置P2'を求め、ライド16bの検出位置P2とライド16bの求めた対応位置P2'の差P2-2に応じた補正信号S2を生成する。

第3プレス制御部48には、第2プレス3のライド16bの変位特性と第3プレス4のライド16cの変位特性とが記憶されており、更に二つの変位特性の間には所定位相差が設けられ、ライド16bの位置にライド16cの位置が対応するようにして記憶される。この位置関係が保たれれば、二つのライド16b、16cは所定位相差を保って連続動作可能になる。第3プレス制御部48は、第2プレス3の位置センサ96の検出位置P2と第3プレス4の位置センサ97の検出位置P3とを入力し、ライド16bの検出位置P2に対応するライド16cの対応位置P3'を求め、ライド16cの検出位置P3とライド16cの求めた対応位置P3'の差P3-3に応じた補正信号S3を生成する。

第4プレス制御部49には、第3プレス4のライド16cの変位特性と第4プレス5のライド16dの変位特性とが記憶されており、更に二つの変位特性の間には所定位相差が設けられ、ライド16cの位置にライド16dの位置が対応するようにして記憶される。この位置関係が保たれれば、二つのライド16c、16dは所定位相差を保って連続動作可能になる。第4プレス制御部49は、第3プレス4の位置センサ97の検出位置P3と第4プレス5の位置センサ98の検出位置P4とを入力し、ライド16cの検出位置P3に対応するライド16dの対応位置P4'を求め、ライド16dの検出位置P4とライド16dの求めた対応位置P4'の差P4-4に応じた補正信号S4を生成する。

次に、本実施形態における第2プレス3（第3プレス4、第4プレス5についても同様）の制御態様について説明する。

連続運転の安定動作の当初は、第1プレス2のライド16aと第2プレス3のライド16bは所定の位置関係に保たれている。つまり、図6に示すように、

波形A、Bは所定位相差 $T_1$ に保たれている。

しかし、例えばスローダウンの相違によって第1プレス2のスライド位置と第2プレス3のスライド位置が変化したとすると、スライド位置の周期的変化にずれが生じる。例えば、位相差が大きくなった場合を図6を用いて説明すると、波形Aに対して波形Bが時間軸正方向にずれ、第1プレス2のスライド位置の周期的変化と第2プレス3のスライド位置の周期的変化は波形A、B'の関係になり、その位相差は $T_2$ となる。

図7に示すように、第1プレス2の位置センサ95ではスライド16aの位置P1が検出され、検出された位置P1は第2プレス制御部47に出力される。また、第2プレス3の位置センサ96ではスライド16bの位置P2が検出され、検出された位置P2は第2プレス制御部47に出力される。第2プレス制御部47ではスライド16aの検出位置P1に対応するスライド16bの対応位置P2'が求められ、スライド16bの検出位置P2とスライド16bの対応位置P2'の差 $P_{2-2}$ に応じた補正信号S2が生成される。

スライド制御部40では、この補正信号S2に基づきメインギヤ角速度指令I<sub>g</sub>が補正される。そして、第2プレス3のスライド位置をP2にすべく補正後のメインギヤ角速度指令I<sub>g2</sub>が生成され、ドライバ60に出力される。ドライバ60はメインギヤ角速度指令I<sub>g2</sub>に従いメインモータ61を回転させる。第2プレスのスライド動作が速い場合はメインモータ61は減速され、第2プレスのスライド動作が遅い場合はメインモータ61は加速される。

すると図6に示すように、波形Aに対して波形B'が時間軸負方向に戻り、第1プレス2のスライド位置の周期的変化と第2プレス3のスライド位置の周期的変化は波形A、Bの関係になり、その位相差は $T_1$ に戻る。

位置センサ95、96では常にスライド位置P1、P2が検出されており、第2プレス制御部47では常に検出位置P1に応じた対応位置P2'が求められ、検出位置P2と対応位置P2'との差 $P_{2-2}$ が演算されている。よって、検出位置P2と対応位置P2'とがずれるに応じて補正信号S2が生成され、第2プレス3のスライド動作はリアルタイムで補正される。したがって、実際は第1プレス2のスライド位置の周期的変化と第2プレスのスライド位置の周期的変化は波

形 A、B の状態が保たれ、所定位相差  $T_1$  が保たれる。

第 2 プレス 3 と第 3 プレス 4 との間においても同様の制御が行われ、また、第 3 プレス 4 と第 4 プレス 5 との間においても同様の制御が行われる。

なお、上述した第 2 のプレス制御ではスライドの位置  $P$  をスライド位置の指標値としている。このため、上流側プレスのスライド位置の変位特性と下流側プレスのスライド位置の変位特性の対応関係を記憶するようにしている。しかし、プレス角度  $\theta$  をスライド位置の指標値とし、上流側プレスのプレス角度の変化特性と下流側プレスのプレス角度の変化特性の対応関係を記憶するようにしてもよい。

また、各プレスのスライド位置の指標値、例えばスライド位置  $P$  やプレス角度  $\theta$  の対応関係をテーブルとして記憶するようにしてもよい。

第 2 のプレス制御はあらゆるプレス、例えば電動サーボ式プレスや油圧サーボ式プレスに対して適用できる。但し、メインギヤを備えないプレスはメインギヤ各速度指令  $I_g$  でない別の指令  $I$  が出力されるため、その指令  $I$  を補正することになる。

以上のように、本実施形態の第 1 又は第 2 のプレス制御によれば、上流側プレス（第 1 プレス 2）のスライドと下流側プレス（第 2 プレス 3）のスライドとが所定位相差を保って動作するように、上流側プレスのプレス角度又はスライド位置に基づき下流側プレスのプレス角度又はスライド位置が補正されるように構成されているので、上流側プレス又は下流側プレスの周期的動作に変化が生じて、下流側プレスのスライド位置が上流側プレスのスライド位置に合わせて適宜補正される。したがって、タンデムプレスラインの連続運転が可能となる。

## [ 2. ワーク搬送装置の制御 ]

図 8 はワーク搬送装置の制御に係る制御システム構成図である。図 9 はフィーダモーションを示す図である。

各ワーク搬送装置の昇降（リフト・ダウン）動作および搬送（アドバンス・リターン）動作は、そのワーク搬送装置により搬送されるワーク 8 と金型等との干渉を避けるために、図 8、図 9 に示されるように、予め搬送装置制御部 31 において設定されるストロークとタイミング、すなわちフィーダモーションに基づき

リフト軸サーボモータ 22 およびリニアモータ 24、27 が制御されることによりなされる。本実施形態において、フィードモーションは、フィード軸方向（搬送方向）およびリフト軸方向（上下方向）の二次元モーションとされており、図 9 に示されるような各軸（フィード軸およびリフト軸）毎に設定されたプレス角度に対する軸位置指令値に基づき決定される。本実施形態のフィードモーションによれば、ワーク 8 は吸着点 P にて上流側の第 1 プレス 2 の加工ステーションの下型内より吸着されてリフト（L）軸方向に持ち上げられた後、下流側の第 2 プレス 3 の加工ステーションの下型上までフィード（F）軸方向に搬送され、この下型内に入れるためにリフト軸方向に下げられて解放点 Q にてワークの吸着が解放される。次に、ワーク搬送装置 10 は、上流側の第 1 プレス 2 の加工ステーションに戻るために一旦上方へ持ち上げられてリターン方向に移動された後、やや下降位置にある待機点 R を通って再度上昇および下降されて吸着点 P に戻され、1 サイクルが終了する。

上流側の第 1 プレス 2 および下流側の第 2 プレス 3 にはそれぞれエンコーダ 91、92 が設けられ、これらエンコーダ 91、92 により各プレス 2、3 のプレス角度（クランク角）が検出され、この検出値が搬送装置制御部 31 に入力されるようになっている。具体的には、エンコーダ 91、92 は、クランク角の角速度に対応した数のパルス信号を検出し、この検出されたパルス信号の数が搬送装置制御部 31 内のアップダウンカウンタに加えられることにより、このアップダウンカウンタによりクランク角に対応するパルス信号数が計数される。なお、アップダウンカウンタは、クランク軸が 1 回転する毎にその計数値が元の値になるように設定されている。

また、搬送装置制御部 31 には、発振器 34 から所定周期の基準パルス信号が入力され、この入力パルス信号が搬送装置制御部 31 内のアップダウンカウンタに加えられることにより、そのパルス信号数が計数されるようになっている。この発振器 34 は、上流側および下流側の各プレス 2、3 に配されるエンコーダ 91、92 と同様、ワーク搬送装置 10 の昇降動作および搬送動作を制御するための搬送装置制御部 31 への入力信号を発信する機能を有するものであることから、仮想プレス角度検出器（もしくは仮想カム）と称することができる。なお、

この発振器 3 4 の基準パルス信号の周期は適宜変更することが可能である。

搬送装置制御部 3 1 は、エンコーダ 9 1、9 2 および発振器 3 4 からの入力情報に基づき所要の演算を実行し、その演算結果に基づき各サーボアンプ（サーボドライバ）3 5、3 6、3 7、3 8 に指令値を出力し、これによってワーク搬送装置 1 0 の各リフト軸サーボモータ 2 2 およびリニアモータ 2 4、2 7 を制御する。また、リフト軸サーボモータ 2 2 およびリニアモータ 2 4、2 7 にはそれらモータの速度を検出する速度センサ（図示せず）が付設され、これら速度センサにより検出される速度信号が搬送装置制御部 3 1 に入力されることにより各サーボアンプ 3 5～3 8 に速度フィードバックがかけられるようになっている。

次に、本実施形態におけるワーク搬送装置 1 0（ワーク搬送装置 9、1 1、1 2、1 3 についても同様）の制御態様について説明する。

まず、上流側の第 1 プレス 2 からのワーク 8 の搬出に際して、この第 1 プレス 2 のスライド 1 6 a が下死点を過ぎて上昇工程に入る所定のプレス角度範囲 a～b（図 9 参照）においては、この第 1 プレス 2 に付設されたエンコーダ 9 1 からの信号に基づき、搬送装置制御部 3 1 より各サーボアンプ 3 5～3 8 に制御信号が出力される。ワーク搬送装置 1 0 は第 1 プレス 2 の動きに同期（追従）するように、リフトビーム 1 9 の昇降動作と、キャリア 2 3 およびサブキャリア 2 6 のフィード方向への移動動作とによって、バキュームカップ 3 0 をその加工ステーションの下型内へ移動させてワーク 8 を保持した後、その下型内からワーク 8 を搬出する動作を実行する（上流側プレスとの同期区間）。

次いで、この同期区間が終了した後、言い換えれば所定のプレス角度範囲 a～b を脱した後であって、次の下流側の第 2 プレス 3 との同期区間の開始点 c に至るまでの区間 b～c（自走区間）においては、発振器 3 4 からの信号に基づき、搬送装置制御部 3 1 より各サーボアンプ 3 5～3 8 に制御信号が出力される。より詳細には、自走区間は、下流側の第 2 プレス 3 との同期駆動に入る前の準備区間とされ、この下流側の第 2 プレス 3 に付設されたエンコーダ 9 2 からの信号と、発振器 3 4 からの信号との偏差に基づき、その偏差を徐々に小さくするように各サーボアンプ 3 5～3 8 が制御される。こうして、上流側および下流側の各プレス 2、3 がそれぞれ独立した速度で運転されていたとしても、ワーク搬送装置 1

0の運転速度を準備区間において次の第2プレス3の運転速度に徐々に合わせることができるので、ワーク搬送装置の動きをよりスムーズに制御することができ、かつラインスピードを向上させることができる。また、上流および下流の各プレス2、3がそれぞれ位相差を有して運転されたとしても準備区間においてワーク搬送装置の動きを調整することで対応可能である。

この後、自走区間の終了後のプレス角度範囲c～dにおいては、今度は下流側の第2プレス3に付設されたエンコーダ92からの信号に基づき、搬送装置制御部31より各サーボアンプ35～38に制御信号が出力され、ワーク搬送装置10は第2プレス3の動きに同期（追従）するように、リフトビーム19の昇降動作と、キャリア23およびサブキャリア26のフィード方向への移動動作とによって、バキュームカップ30はその加工ステーションの下型内へワーク8を搬入する（下流側プレスとの同期区間）。

なお、ワーク8を下流側の第2プレス3の下型内へ搬入した後のリターン工程についても、前述のフィード方向へのワーク8の搬送と略同様にして、下流側第2プレス3との同期区間の後、自走区間（待機点Rを含む）を経て、上流側第1プレス2との同期区間に入るという制御が実行される。

以上のように、本実施形態のワーク搬送制御によれば、プレス2、3に対するワークの搬入・搬出時（同期区間）においてはその搬入・搬出対象となるプレス2、3に付設されたエンコーダ91、92からのプレス角度信号に基づきその対象となるプレス2、3におけるスライド16の動きに同期させるようにワーク搬送装置10が制御され、一方、ワークの搬入・搬出動作が終了した後の自走区間においては、発振器（仮想プレス角度検出器）34からの信号に基づきそのワーク搬送装置10が制御されるように構成されているので、上流側第1プレス2および下流側第2プレス3がそれぞれ独立して運転している場合であっても、ワーク搬送装置10を支障なく運転することができる。したがって、タンデムプレスライン1のラインスピードを格段に向上させることができるという優れた効果を牽する。また、ワーク8のプレス成形時における振動等の外乱による悪影響を受けることがないという利点もある。

次に、隣接するプレスとワーク搬送装置の時間の経過と共に変化する位置関係



について説明する。

図10は隣接するプレス3のスライド位置とワーク搬送装置10の位置を時間経過と共に示す図である。波形Aは第1プレス2のスライド位置の周期的変化を示しており、波形Bは第2プレス3のスライド位置の周期的変化を示しており、波形Cはワーク搬送装置10の位置の周期的変化を示している。波形A、Bの上端はスライドの上死点であり、下端はスライドの下死点である。波形Cの上端は第1プレス2の加工ステーションであり、下端は第2プレス3の加工ステーションである。以下で、第1プレス2のスライド16aにおける1ストロークの動作を基準にして、第2プレス3のスライド16bの動作およびワーク搬送装置10の動作を説明する。

時間t1で第1プレス2のスライド16aは上死点に到達する。この時、第2プレス3のスライド16bは上昇行程にあり、ワーク搬送装置10は第1プレス2の加工ステーションからワークを搬出し終え、第2プレス3側へのワーク搬送行程にある。

時間t2で第2プレス3のスライド16bは上死点に到達する。この時、第1プレス2のスライド16aは下降行程にあり、ワーク搬送装置10は第2プレス3側へのワーク搬送行程にある。

時間t3でワーク搬送装置10は第2プレス3の加工ステーションにワークを搬入する。この時、第1プレス2のスライド16aおよび第2プレス3のスライド16bは下降行程にあり、第2プレス3のスライド16bは上死点近傍に位置している。

時間t4でワーク搬送装置10は待機地点で待機を始める。この時、第1プレス2のスライド16aおよび第2プレス3のスライド16bは下降行程にある。

時間t5で第1プレス2のスライド16aは下死点に到達する。この時、第2プレス3のスライド16bは下降行程にあり、ワーク搬送装置10は待機状態である。

時間t6で第2プレス3のスライド16bは下死点に到達する。この時、第1プレス2のスライド16aは上昇行程にあり、ワーク搬送装置10は再び第1プレス2側への移動を始める。

時間  $t_7$  でワーク搬送装置 10 は第 1 プレス 2 の加工ステーションからワークを搬出する。この時、第 1 プレス 2 のスライド 16 a および第 2 プレス 3 のスライド 16 b は上昇行程にあり、第 1 プレス 2 のスライド 16 a は上死点近傍に位置している。

時間  $t_8$  で第 1 プレス 2 のスライド 16 a は再び上死点に到達する。

本実施形態によれば、上流側プレスのスライド動作に合わせて下流側プレスのスライド動作がリアルタイムで補正され、また隣接するプレスのスライド動作に合わせてワーク搬送装置によるワークの搬出・搬送・搬入動作が行われるため、各タンデムプレスラインを連続運転させることができ、生産効率を大幅に向上させることができる。連続運転が行えるようになると、断続運転で必要とされていたクラッチの係合と解放およびブレーキによる制動、を行う必要がなくなるため、クラッチおよびブレーキに設けられたフェーシングの摩耗を低減できる。したがってメンテナンスコストおよびメンテナンス頻度を低減させることができる。また断続運転を行う必要がなくなるため、クラッチの係合と解放およびブレーキによる制動に起因する騒音を無くすることができる。

また本実施形態によれば、下流側プレス装置の動作にワーク搬送装置の動作を同期させる際に、ワーク搬送装置の動作をより円滑に制御することができ効率的なプレス加工を実現することができる。

#### 産業上の利用可能性

本発明は複数のプレス装置と隣接するプレス装置間に配置されるワーク搬送装置とを備えたタンデムプレスラインに適用可能である。

## 請 求 の 範 囲

1. 複数のプレス装置を配列し、隣接する上流側プレス装置と下流側プレス装置との間にワーク搬送装置を配置したタンデムプレスラインの運転制御方法において、

前記上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記下流側プレス装置の動作を制御し、

前記上流側プレス装置近傍のワーク搬出区間では、前記上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御し、前記下流側プレス装置近傍のワーク搬入区間では、前記下流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御し、前記上流側プレス装置と前記下流側プレス装置の間のワーク搬送区間では、前記ワーク搬送装置独自の信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御すること

を特徴とするタンデムプレスラインの運転制御方法。

2. 互いに隣接するプレス装置のスライド位置を示す指標値を、互いに対応させて予め記憶しておき、

各プレス装置毎にスライド位置を示す指標値を検出し、検出した前記上流側プレス装置の指標値に基づいて対応する前記下流側プレス装置の指標値を求め、検出した前記下流側プレス装置の指標値と求めた前記下流側プレス装置の指標値とを一致させるように前記下流側プレス装置の動作を制御すること

を特徴とする請求の範囲 1 記載のタンデムプレスラインの運転制御方法。

3. 各プレス装置を連続動作すること

を特徴とする請求の範囲 1 記載のタンデムプレスラインの運転制御方法。

4. 前記下流側プレス装置の動作を制御する際に、前記下流側プレス装置に備えられたモータの速度を制御すること

を特徴とする請求の範囲 1 記載のタンデムプレスラインの運転制御方法。

5. 前記ワーク搬送装置の動作を制御する際に、ワーク搬出区間とワーク搬送区間との境界で、前記上流側プレス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送装置独自の信号との差を小さくし、ワーク搬入区間とワーク搬送区間との境界で、

前記下流側プレス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送装置独自の信号との差を小さくするように前記ワーク搬送装置の動作を制御すること

を特徴とする請求の範囲 1 記載のタンデムプレスラインの運転制御方法。

6. 複数のプレス装置を配列し、隣接する上流側プレス装置と下流側プレス装置との間にワーク搬送装置を配置したタンデムプレスラインにおいて、

前記上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記下流側プレス装置の動作を制御するプレス制御部と、

前記上流側プレス装置近傍のワーク搬出区間では、前記上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御し、前記下流側プレス装置近傍のワーク搬入区間では、前記下流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御し、前記上流側プレス装置と前記下流側プレス装置の間のワーク搬送区間では、前記ワーク搬送装置独自の信号に基づいて前記ワーク搬送装置の動作を制御するワーク搬送制御部と、を備えたこと

を特徴とするタンデムプレスライン。

7. 互いに隣接するプレス装置のスライド位置を示す指標値を、互いに対応させて予め記憶する記憶部を備え、

前記プレス制御部は、各プレス装置毎にスライド位置を示す指標値を検出し、検出した前記上流側プレス装置の指標値に基づいて対応する前記下流側プレス装置の指標値を求め、検出した前記下流側プレス装置の指標値と求めた前記下流側プレス装置の指標値とを一致させるように前記下流側プレス装置の動作を制御すること

を特徴とする請求の範囲 6 記載のタンデムプレスライン。

8. 各プレス装置を連続動作すること

を特徴とする請求の範囲 6 記載のタンデムプレスライン。

9. 前記プレス制御部は、前記下流側プレス装置に備えられたモータの速度を制御すること

を特徴とする請求の範囲 6 記載のタンデムプレスライン。

10. 前記ワーク搬送制御部は、ワーク搬出区間とワーク搬送区間との境界で、前記上流側プレス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送装置独自の信号との

差を小さくし、ワーク搬入区間とワーク搬送区間との境界で、前記下流側プレス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送装置独自の信号との差を小さくするように前記ワーク搬送装置の動作を制御すること

を特徴とする請求の範囲 6 記載のタンデムプレスライン。

1 1. 複数のプレス装置のうちの隣接する上流側プレス装置と下流側プレス装置との間に配置されるワーク搬送部と、前記ワーク搬送部の動作を制御する制御部と、を備えたタンデムプレスラインのワーク搬送装置において、

前記制御部は、前記上流側プレス装置近傍のワーク搬出区間では、前記上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送部の動作を制御し、下流側プレス装置近傍のワーク搬入区間では、下流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて前記ワーク搬送部の動作を制御し、上流側プレス装置と下流側プレス装置の間のワーク搬送区間では、前記ワーク搬送部独自の信号に基づいて前記ワーク搬送部の動作を制御すること

を特徴とするタンデムプレスラインのワーク搬送装置。

1 2. 前記制御部は、ワーク搬出区間とワーク搬送区間との境界で、前記上流側プレス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送部独自の信号との差を小さくし、ワーク搬入区間とワーク搬送区間との境界で、前記下流側プレス装置の動作に応じた信号と前記ワーク搬送部独自の信号との差を小さくするように前記ワーク搬送部の動作を制御すること

を特徴とする請求の範囲 1 1 記載のタンデムプレスラインのワーク搬送装置。

図1

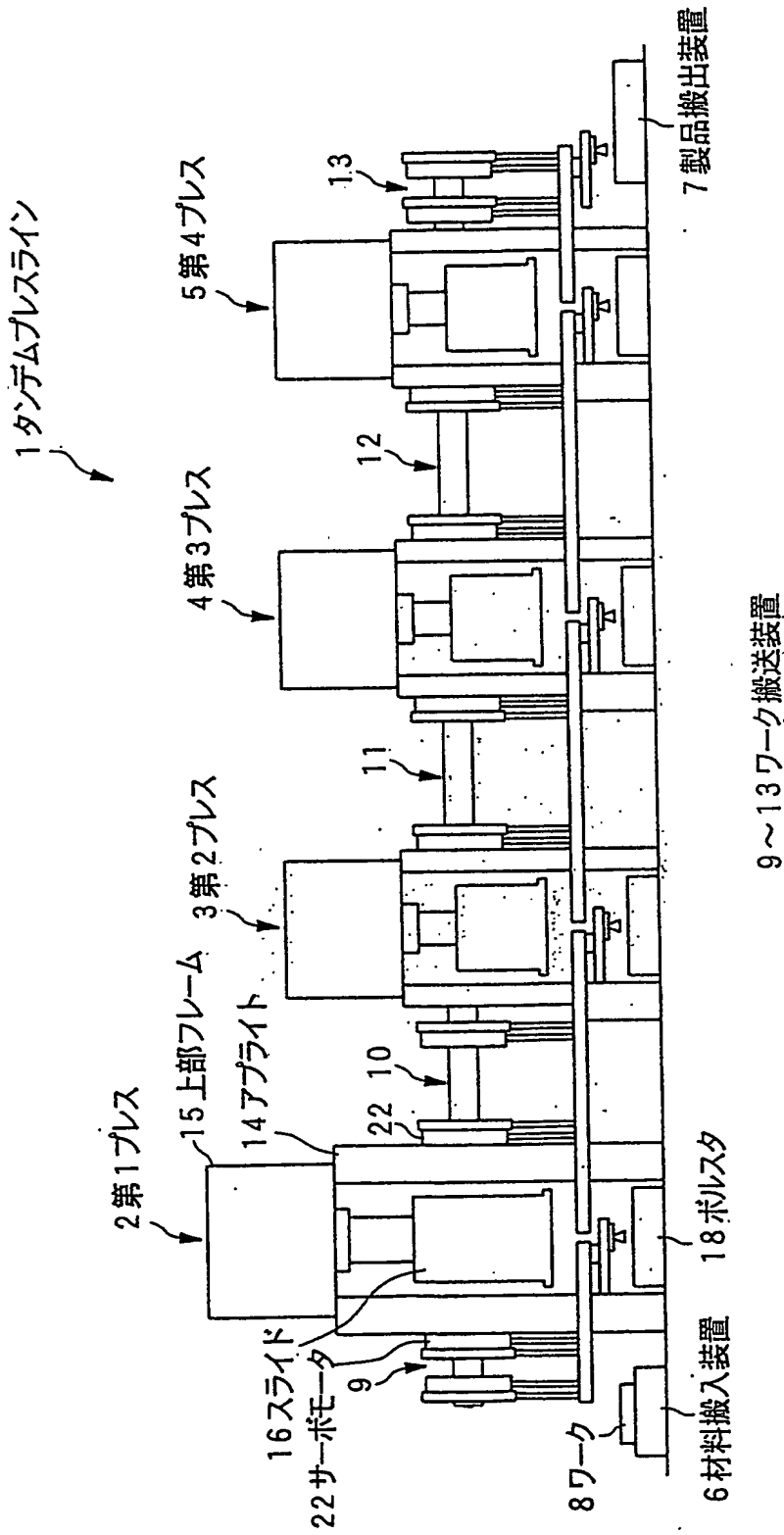


図2

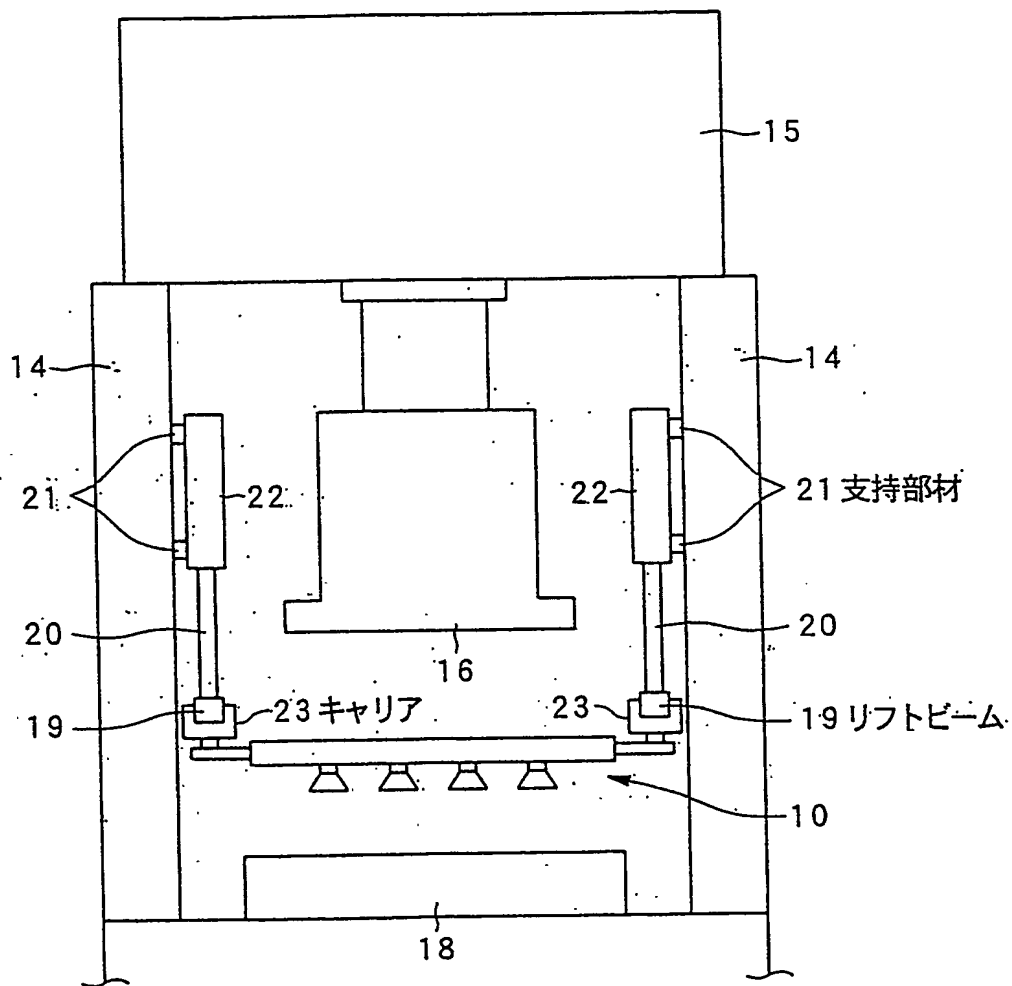
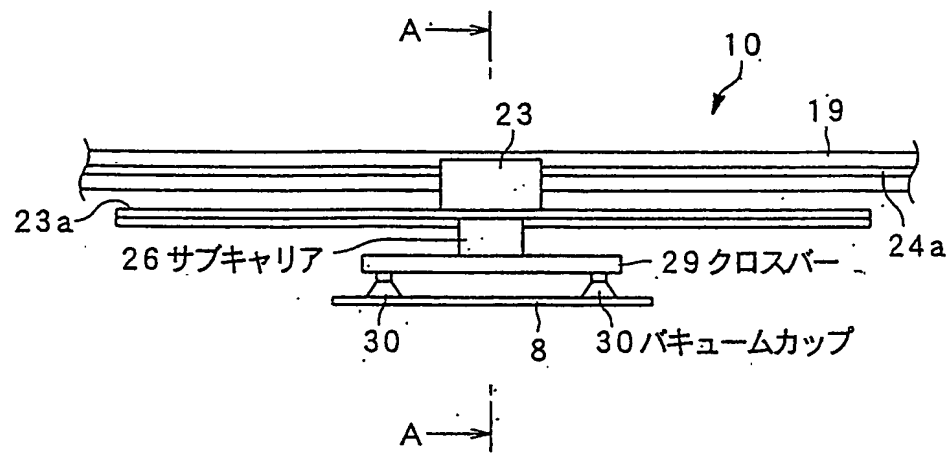
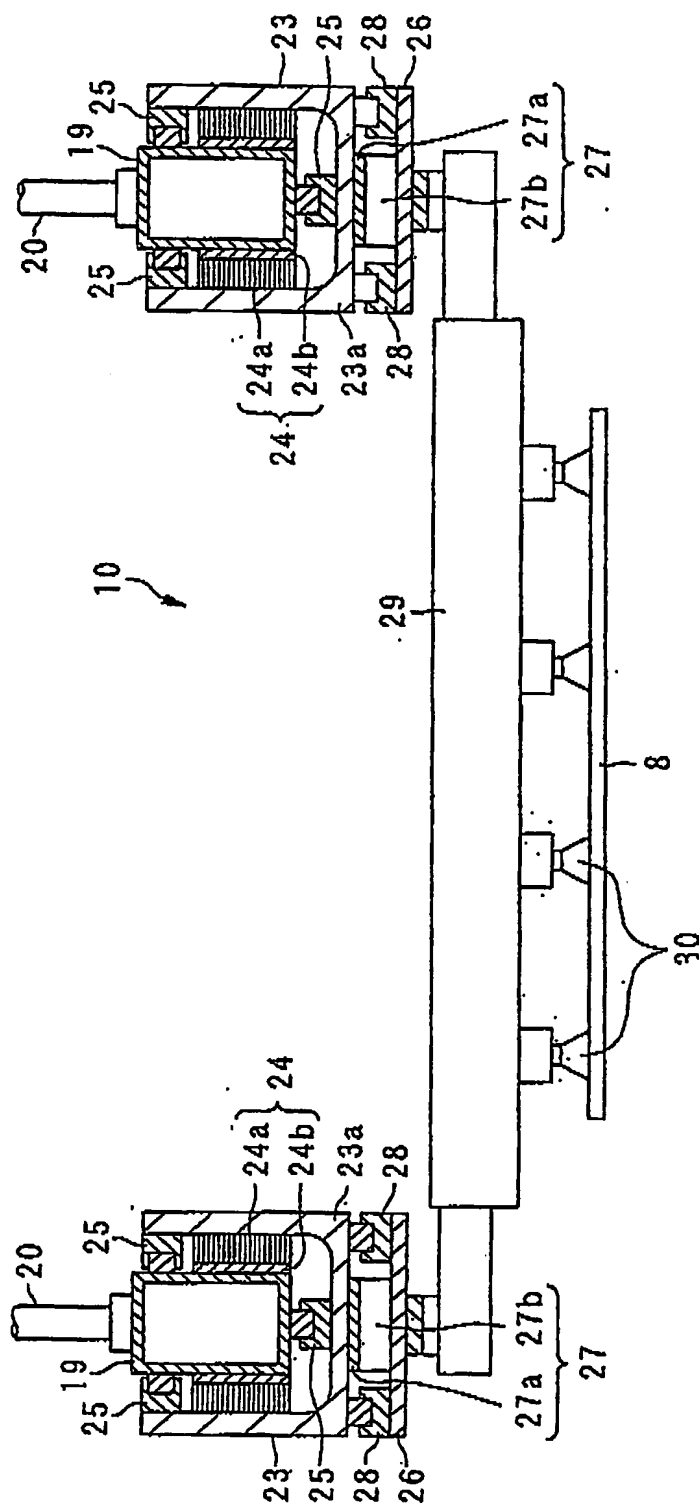


図3







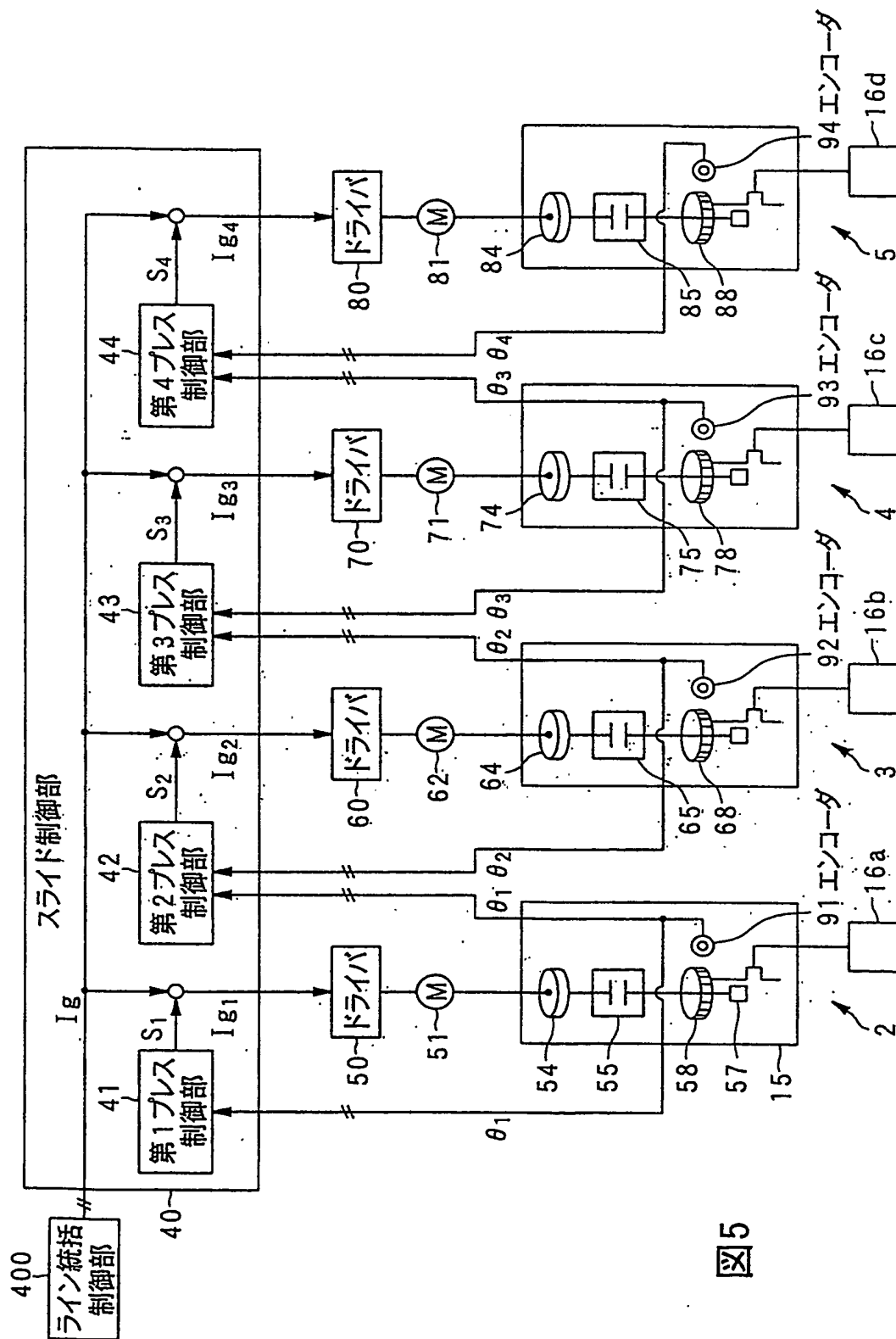
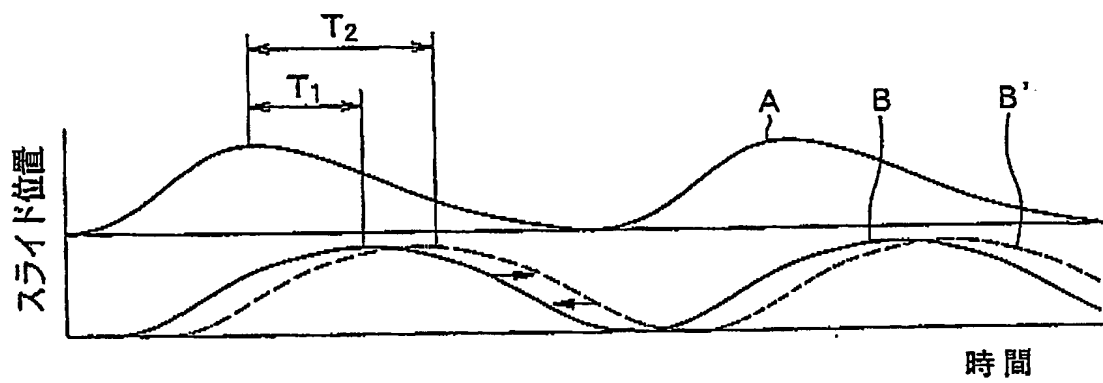


図5

図6



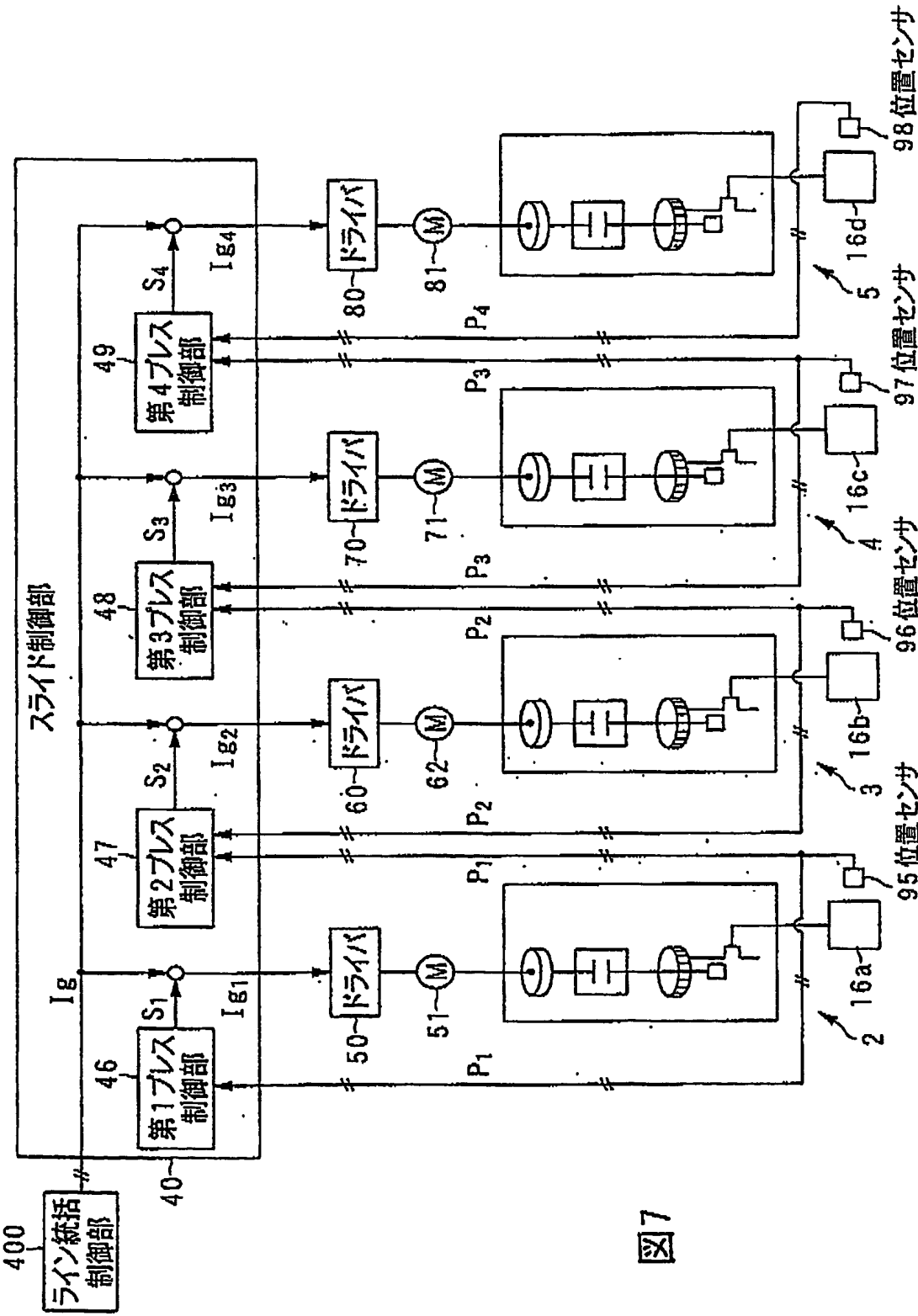


図7

図8

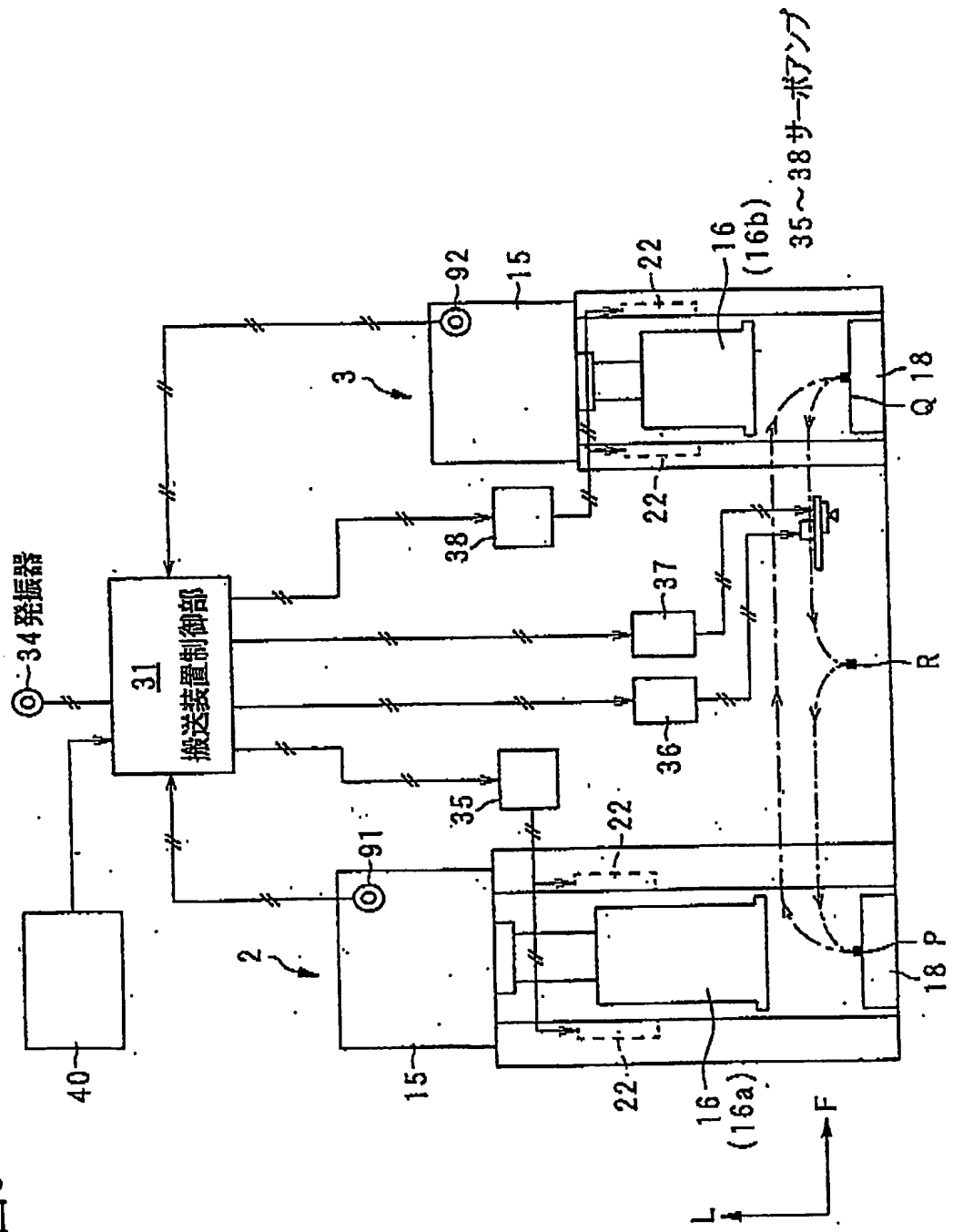


図9

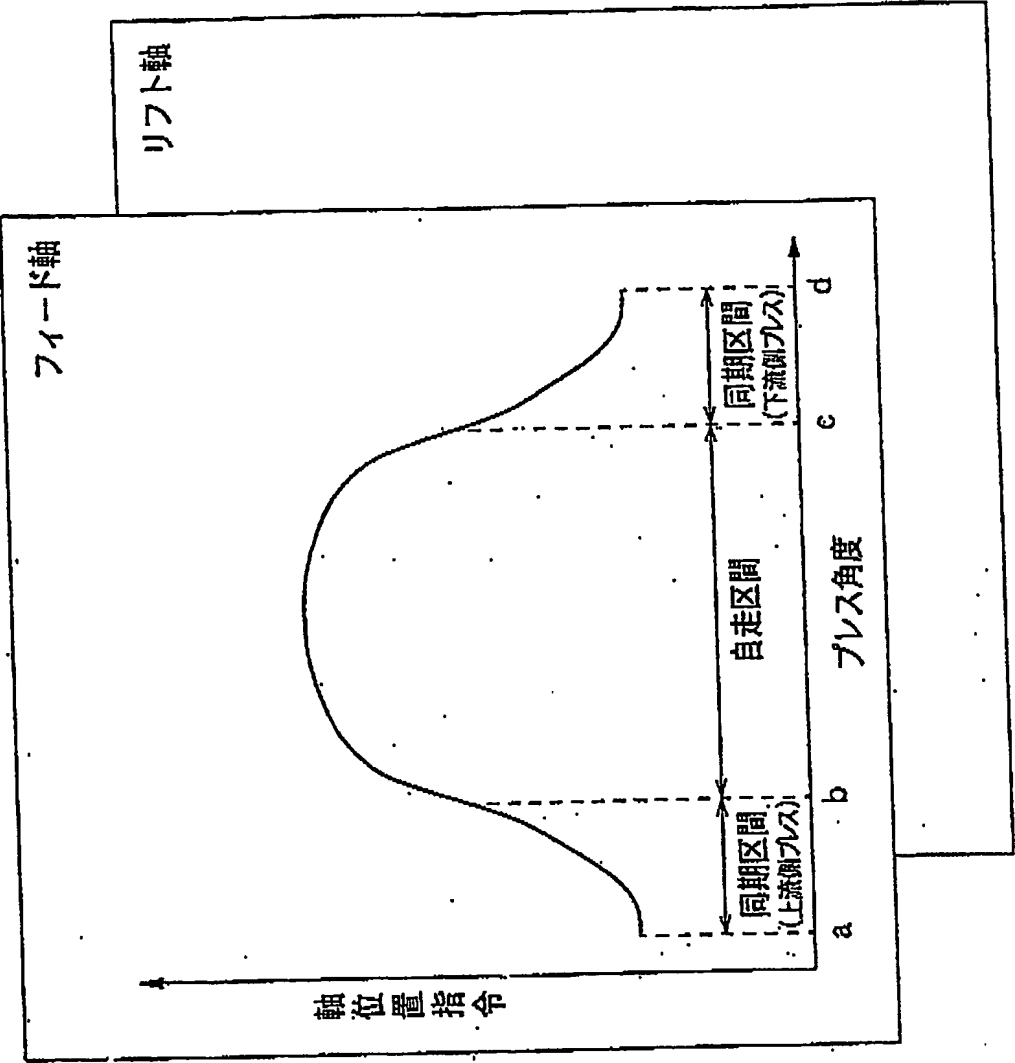


図10

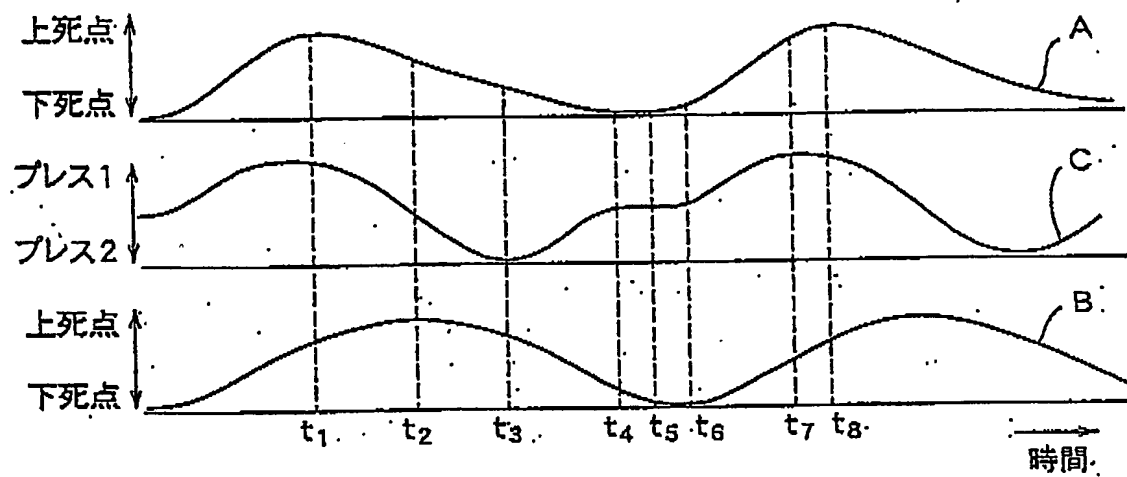


図11

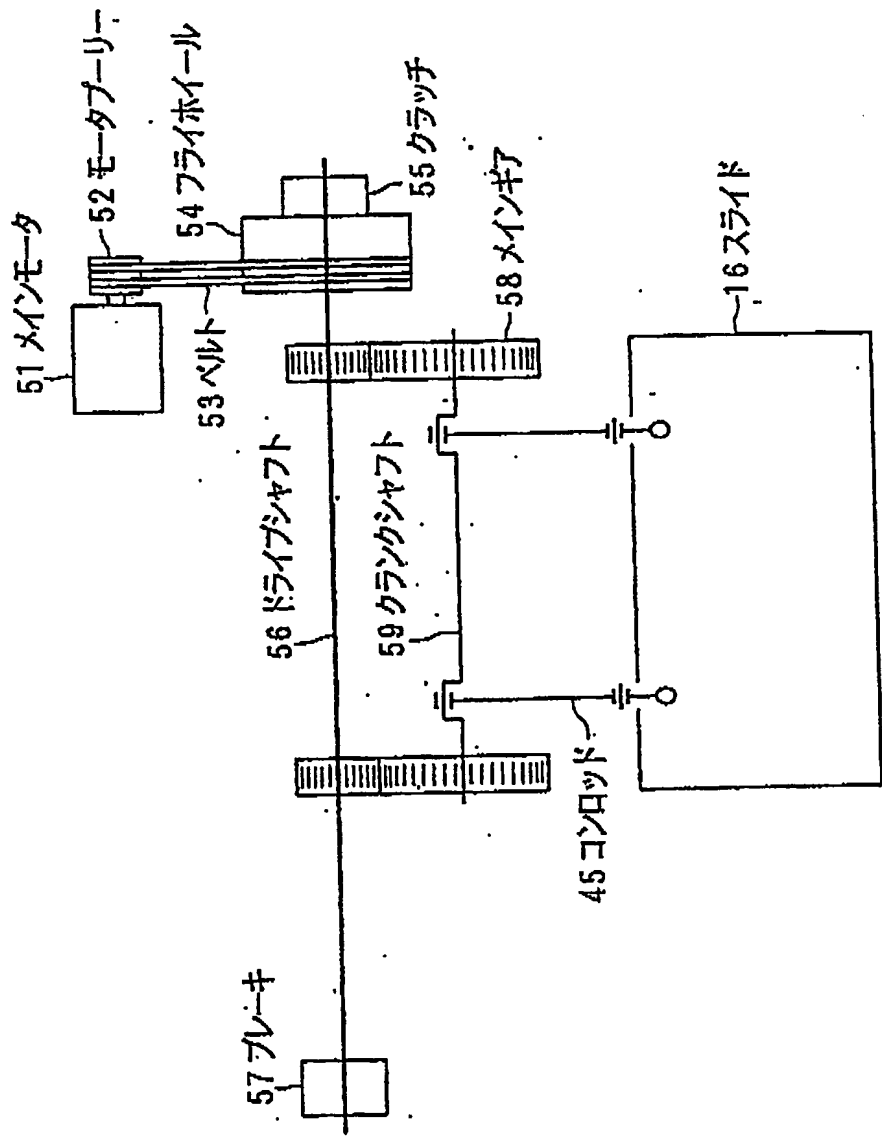
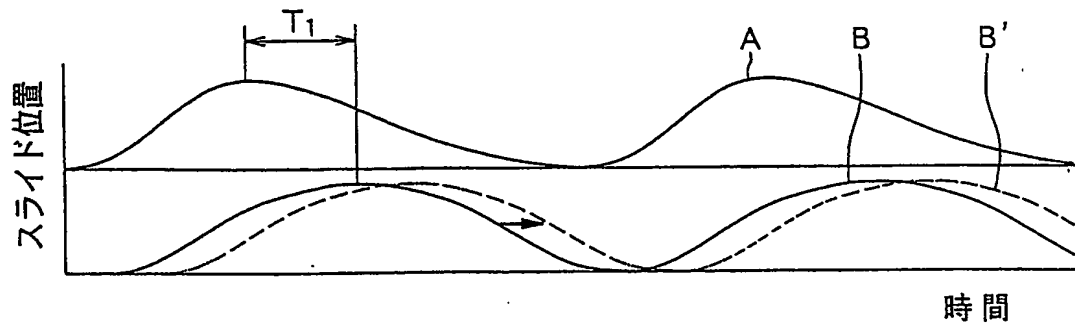




図12



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/006277

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B30B15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B30B15/00, B21D43/05

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 48-2456 A (Aida Engineering, Ltd.), 12 January, 1973 (12.01.73), Claims (Family: none)	1-12
A	JP 2-99298 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 11 April, 1990 (11.04.90), Claims (Family: none)	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 August, 2004 (10.08.04)

Date of mailing of the international search report

24 August, 2004 (24.08.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B30B15/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B30B15/00、B21D43/05

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 48-2456 A (アイダエンジニアリング株式会社) 1973.01.12 特許請求の範囲 (ファミリー無し)	1-12
A	JP 2-99298 A (住友重機械工業株式会社) 1990.04. 11 特許請求の範囲 (ファミリー無し)	1-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.08.2004

国際調査報告の発送日

24.8.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

堀川一郎

3P

8325

電話番号 03-3581-1101 内線 3362